Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА И ГОСУДАРСТВЕННОЙ СЛУЖБЫ ПРИ ПРЕЗИДЕНТЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ»

Институт бизнеса и делового администрирования

Факультет международного бизнеса и делового администрирования

УТВЕРЖДЕНА

решением Ученого совета ИБДА

Протокол от «08» сентября 2016 г.

№ 4

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.13.01 Количественные методы принятия решений

38.03.02 Менеджмент

Международный менеджмент

Бакалавр

Очная форма обучения

Год набора – 2017

Москва, 2016

Автор(ы)–составитель(и):
К.физ.-мат.н., доцент кафедры количественных методов в менеджменте ИБДА
Варюхин С.Е.

Заведующий кафедрой количественных методов в менеджменте ИБДА
Д.э.н., профессор Чеканский А.Н.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы…… 4

2. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся и место дисциплины в структуре образовательной программы……. 5

3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и видов учебных занятий и структура дисциплины…….. 5

4. Материалы текущего контроля успеваемости обучающихся и фонд оценочных средств промежуточной аттестации по дисциплине……

5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины…….. 12

6. Основная и дополнительная учебная литература, необходимая для освоения дисциплины (модуля), ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", включая перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине…….. 12

7. Материально-техническая база, информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)…… 13

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1. Дисциплина **Б1.В.ДВ.13.01 «Количественные методы в менеджменте»** обеспечивает овладение следующими компетенциями с учетом этапа:

Код компетенции	Наименование компетенции	Код этапа освоения компетенции	Наименование этапа освоения компетенции
ПК-10	Владение навыками количественного и качественного анализа информации при принятии управленческих решений, построения экономических, финансовых и организационно-управленческих моделей путем их адаптации к конкретным задачам управления	ПК-10.4	Освоение компьютерных методов, обеспечивающих количественную оценку качества управленческих решений и их оптимизацию

В результате освоения дисциплины у студентов должны быть сформированы:

Обобщенные трудовые функции	Код этапа освоения компетенции	Результаты обучения
Умение анализировать количественные и качественные показатели деятельности организаций	ПК-10.4	<u>на уровне знаний</u> - видов поддающихся формализации управленческих решений и компьютерные методов их анализа - основных методов и инструментов количественного и качественного анализа бизнес-процессов - методов анализа спроса - методов выработки решений в условиях определенности, риска и неопределенности
		<u>на уровне умений</u> - использовать методы и инструменты количественного и качественного анализа бизнес-процессов - формировать обоснованные выводы из анализа данных
		<u>на уровне навыков владения</u> - методами и средствами компьютерного анализа управленческих решений и действий - методами анализа оценки спроса и его вариативности - методами принятия решений о ценах и объемах производства, торговли, оказания услуг - инструментальными средствами анализа (моделирования) проекта и решения типовых задач

2. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся и место дисциплины в структуре образовательной программы.

Объем дисциплины

Учебным планом для дисциплины Б1.В.ДВ.13.01 «Количественные методы принятия решений» установлено:

- трудоемкость дисциплины– 3 з.е.,
- контактная работа с преподавателем – 40 часов, в том числе 20 часов – лекции, 20 часов – практические занятия;
- самостоятельная работа – 32 часа.

Место дисциплины в структуре ОП ВО

Дисциплина Б1.В.ДВ.13.01 «Количественные методы принятия решений», предназначена для студентов 3-го курса, изучается в 5 семестре.

Дисциплина реализуется после изучения следующих дисциплин:

- Информационные технологии в менеджменте
- Математика
- Теория вероятностей и математическая статистика
- Эконометрика

Форма промежуточной аттестации – экзамен.

3. Содержание дисциплины, структурированное по темам с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и видов учебных занятий и структура дисциплины

(очная форма обучения)

№ п/п	Наименование тем и/или разделов	Объем дисциплины (модуля), час.						Форма текущего контроля успеваемости*, промежуточ-ной аттестации
		Всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий				СР	
			Л	ЛР	ПЗ	КСР		
Часть 1. Бизнес-прогнозирование (Forecasting).								
Тема 1.	Тренды (математические модели прогноза)	8	2		2		4	ДЗ
Тема 2.	Многомерные регрессии и прогноз.	8	2		2		4	РК, ДЗ
Тема 3.	Адаптивные модели прогноза.	8	2		2		4	РК, ДЗ
Часть 2. Методы оптимизации управленческих решений (Linear, Integer and Network Programming Models).								
Тема 4.	Линейная оптимизация. Общий подход к постановке задачи оптимизации в управлении	8	2		2		4	РК, ДЗ
Тема 5.	Анализ чувствительности оптимального решения к вариации прогнозных параметров	4	0		2		2	ДЗ

№ п/п	Наименование тем и/или разделов	Объем дисциплины (модуля), час.						Форма текущего контроля успеваемости*, промежуточ-ной аттестации
		Всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий				СР	
			Л	ЛР	ПЗ	КСР		
Тема 6.	Примеры оптимизации планирования.	10	2		4		4	РК, ДЗ
Часть 3. Статистическое моделирование в принятии решений (Simulation Models).								
Тема 7.	Основные принципы метода Монте-Карло	6	3		1		2	РК
Тема 8.	Статистическое моделирование управленческих решений	6	2		2		2	РК
Часть 4. Управление проектами (Critical path method & Project Evaluation and Review Technique).								
Тема 9.	Метод критического пути (CPM).	8	2		2		4	РК ДЗ
Тема 10.	Техника оценки и анализа проектов (PERT	6	2		2		2	РК, ДЗ
Промежуточная аттестация								**экзамен**
	Всего:	**108**	**20**		**20**		**32**	**36**

Формы текущего контроля:
РК – решение кейсов
ДЗ – домашние задания

Содержание дисциплины

Часть 1. Бизнес-прогнозирование (Forecasting)

Тема 1. Тренды (математические модели прогноза)

Общий подход к построению прогнозной модели. Тренды (математические модели прогноза). Аппроксимация. Регрессия. Анализ качества прогноза.
Временные ряды экономических показателей. Основные понятия.
Математические модели тренда для долгосрочного и среднесрочного прогноза. Примеры.
Построение модели прогноза на основе линейного, экспоненциального тренда и логистической кривой с помощью MS Excel.
Оценка качества прогноза. Анализ остатков прогноза.

Тема 2. Многомерные регрессии и прогноз

Простая линейная регрессия. Оценка ошибок определения параметров регрессии по выборке, оценка их значимости (t-тест).
Уравнение многомерной линейной регрессии.
Практическое определение параметров регрессии, их ошибок и значимости регрессии в целом с помощью функции =ЛИНЕЙН(…) (…) и =ЛГРФПРИБЛ(…) MS Excel.
Корреляционная матрица переменных регрессии.
Определение значимых переменных и исключение незначимых. Пошаговый анализ в модели множественной регрессии.
Использование множественных регрессий с ранговыми переменными в анализе сезонных колебаний с трендом (аддитивная модель сезонных колебаний с трендом).
Авторегрессионая модель в анализе сезонных колебаний.

Тема 3. Адаптивные модели прогноза.

Временные ряды с неопределенным трендом. Сглаживание данных. Краткосрочный прогноз. Экспоненциальное сглаживание. Модель Хольта. Модель Хольта-Винтерса. Кейс "Компания "Авгур-софт"".

Часть 2. Методы оптимизации управленческих решений (Linear, Integer and Network Programming Models).

Тема 4. Линейная оптимизация. Общий подход к постановке задачи оптимизации в управлении

Цель, история развития и применения количественных моделей в бизнесе и управлении (исследование операций).
Оптимизация как инструмент поиска наилучшего управленческого решения.
Линейная оптимизация. Компьютерные средства линейной оптимизации.
Приемы решения важных управленческих задач методом линейной оптимизации.
Решение задач оптимизации производственного планирования с помощью надстройки MS Excel "Поиск решения". Сквозной кейс "Кондитерская фабрика "Алиса".

Тема 5. Анализ чувствительности оптимального решения к вариации прогнозных параметров

Анализ решения и разработка управленческого решения.
Отчет об устойчивости. Теневые цены. Чувствительность оптимального плана к изменениям условий. Методы улучшения оптимального решения.

Тема 6. Примеры оптимизации планирования

Целочисленная оптимизация и бинарные переменные.
Транспортные задачи и задачи о назначениях. Учет постоянных издержек.
Анализ решения и разработка управленческого решения.
Отчет об устойчивости. Теневые цены. Чувствительность оптимального плана к изменениям условий. Методы улучшения оптимального решения.

Примеры оптимизации планирования в оптовой торговле, логистике, управлении человеческими ресурсами и финансовом и инвестиционном анализе. Мини-кейсы: "Инвестиционная компания", "Лов рыбы", "Ремонт дороги", "Маршрут Сочи-Элиста", "Тим-билдинг", "Оптовая торговля".

Часть 3. Статистическое моделирование в принятии решений (Simulation Models)

Тема 7. Основные принципы метода Монте-Карло.

Ситуация «Далекая мишень». Постановка задачи статистического моделирования с помощью физической модели. Простейшая компьютерная модель в MS Excel. Генераторы случайных чисел.
Оценка ожидаемого числа событий и дисперсии числа событий при N испытаниях при вероятности наступления события p. Центральная предельная теорема. Ошибка моделирования.
Расчет вероятностей различных событий для «Далекой мишени» с помощью компьютерной модели. Статистическое моделирование экономических проблем. Мини-кейс «Компания "Рулетка"».
Специальные инструменты для статистического моделирования. Надстройка MS Excel “Моделирование Монте-Карло”. Оценка средних, ошибка моделирования, частотная диаграмма, кумулята. Нормальное распределение и его параметры.

Тема 8. Статистическое моделирование управленческих решений

Моделирование управленческих решений. Мини-кейс: "Финансирование проекта".
Генераторы случайных чисел. Статистическое моделирование для разработки стратегических решений. Мини-кейс: "Суперкомп".
Оценки вероятности будущих событий. Метод Дельфи. Генераторы случайных чисел с различными функциями распределения: с нормальным распределением, с треугольным распределением, с дискретным распределение. Их использование для моделирования реальных событий.
Оценка риска бизнес-проекта. Стоимость под риском VAR. Выбор оптимальной стратегии.

Часть 4. Управление проектами (Critical path method & Project Evaluation and Review Technique).

Тема 9. Метод критического пути (CPM)

Графические методы планирования проектов. Метод критического пути (CPM). Определение длительности проекта. Сквозной кейс "Проект "Снеси-построй"". Пакет MS Project как инструмент управления проектами. Соотношение «Длительность - издержки» (CPM/Cost). Выполнение проекта в срок при ограничении на ресурсы.

Тема 10. Техника оценки и анализа проектов (PERT)

Учет неопределенности времени выполнения отдельных стадий проекта (PERT). Среднее время выполнения проекта. Вероятность выполнения проекта к определенному сроку.

4. Материалы текущего контроля успеваемости обучающихся и фонд оценочных средств промежуточной аттестации по дисциплине

4.1. Формы и методы текущего контроля успеваемости обучающихся и промежуточной аттестации

4.1.1. В ходе реализации дисциплины Б1.В.ДВ.13.01 Количественные методы в менеджменте используются следующие методы текущего контроля успеваемости обучающихся:

Тема	Методы текущего контроля успеваемости
Тема 1. Тренды (математическое моделирование прогноза)	ДЗ (задача 1)
Тема 2. Многомерные регрессии и прогноз	ДЗ (задача 1)
Тема 3. Адаптивные модели прогноза	
Тема 4. Линейная оптимизация. Общий подход к постановке задачи оптимизации	ДЗ (задача 2)
Тема 5. Анализ чувствительности оптимального решения к вариации прогнозных параметров	ДЗ (задача 2)
Тема 6. Примеры оптимизации планирования	
Тема 7. Основные принципы метода Монте-Карло	
Тема 8. Статистическое моделирование управленческих решений.	
Тема 9. Метод критического пути (CPM)	ДЗ (задача 3)
Тема 10. Техника оценки и анализа проектов (PERT)	ДЗ (задача 3)

4.1.2. Экзамен проводится в письменной форме в компьютерном классе.

4.2. Материалы текущего контроля успеваемости обучающихся

В процессе освоения дисциплины выполняется домашняя работа, состоящая из трех задач: Каждое домашнее задание одну задачу:

1. Построение прогноза по представленному временному ряду.
2. Задача на поиск оптимального решения.
3. Статистическое моделирование или расчет времени выполнения проекта, оценка рисков, план сокращения длительности.

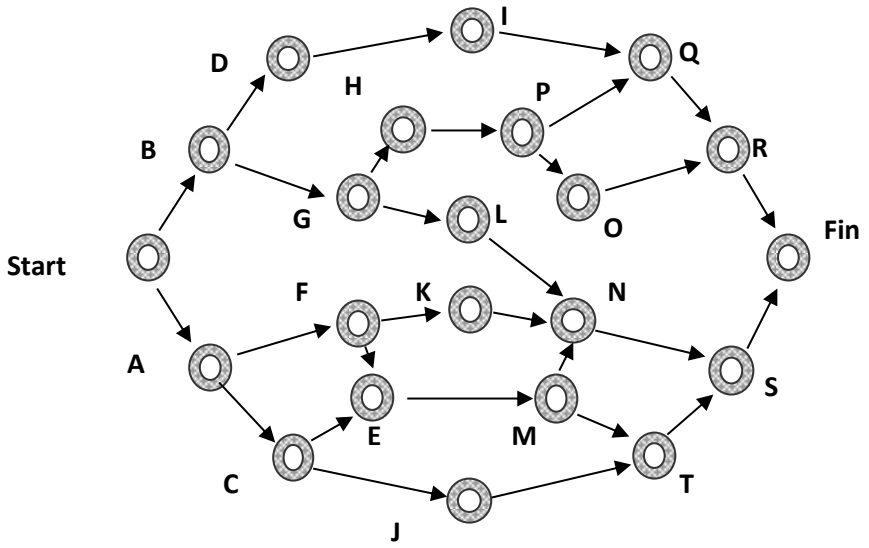
Каждый студент получает индивидуальное задание.

Пример задачи 3.

В задании привести диаграмму Ганта для проекта с выделенным критическим путем и суммарной задачей, показывающей длительность проекта в целом.

В таблице приведена информация об этапах некоторого проекта с указанием их длительности, этапах, которым данный этап обязательно предшествует и стоимости сокращения отдельных этапов на один и на второй день. Более чем на два дня ни один этап сократить нельзя, если стоимость не указана, сокращение невозможно.

Этап	Start	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	Fin
Норм. Длит.		9	11	12	13	11	8	11	7	10	7	11	9	9	8	8	13	9	10	9	9	
Стоимость сокр. на 1 день		5	7	6	9	10	8	10	5	10	8	10	10	8	9	6	8	5	7	5	9	
Стоимость сокр. на 2ой день		10	15	11	16	16	15	19	11	-	14	15	15	13	17	11	-	11	16	15	16	



a. Определите критический путь.
b. Найдите максимальный срок сокращения этого проекта. Рассчитайте минимальную стоимость такого сокращения проекта. Постройте зависимость «величина сокращения - издержки».

4.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации

4.3.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Код компетенции	Наименование компетенции	Код этапа освоения компетенции	Наименование этапа освоения компетенции
ПК-10	Владение навыками количественного и качественного анализа информации при принятии управленческих решений, построения экономических, финансовых и организационно-управленческих моделей путем их адаптации к конкретным задачам управления	ПК-10.4	Освоение компьютерных методов, обеспечивающих количественную оценку качества управленческих решений и их оптимизацию

4.3.2 Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования

Этап освоения компетенции	Показатель оценивания	Критерий оценивания
ПК-10.4 Освоение компьютерных методов, обеспечивающих количественную оценку качества управленческих решений и их оптимизацию	Способность идентифицировать аспекты управленческих ситуаций, пригодные для использования количественных оценок, и ставить задачи оптимизации управления, принятия решений в условиях неопределенности и оценки рисков; Умение применять существующие аналитические инструменты, хорошо разработанную технику анализа количественных моделей управления и моделирование в MS Excel для принятия эффективных управленческих решений;	- владеть навыками решения типовых управленческих задач оптимизации в области производственного и финансового планирования, логистики, управления запасами и закупками с помощью надстройки «Поиск решения» к MS Excel; - владеть навыками выбора альтернатив, построения деревьев решений и сценарного анализа при разработке оптимального стратегического решения с помощью надстройки «Дерево решений» к MS Excel; - владеть навыками оценки качества систем массового обслуживания с помощью надстройки «Расчет СМО» к MS Excel; - владеть навыками календарного планирования и управления проектами с помощью пакета MS Project;

4.3.3 Типовые контрольные задания или иные материалы (типовые оценочные материалы), необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта

деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Вариант экзаменационного билета

1. Теневая цена и рентабельность инвестиций. Пример.

2. 2. Задача на прогнозирование временного ряда. См. этот же вариант в файле «Данные задания №2».

Проанализируйте данные в модели множественной регрессии. Для этого:
А) Проанализируйте данные задачи в стандартной авторегрессионной модели. Воспользуйтесь функцией ЛИНЕЙН, сделайте колонку прогноза F. Вычислите средне квадратичную ошибку, R^2 и постройте графики данных и прогноза на период вперед.
Б) Исследуйте ряд остатков прогноза с помощью надстройки ACF(). Сделайте вывод об адекватности прогноза.

3. Отдел организации общественного питания ООО «С нами вкусно» разработал новые технико-технологические карты меню для бизнес-ланчей в своей сети столовых на день. В таблице представлены необходимые данные об ассортименте блюд, входящих в меню, требуемом сырье и его суточном запасе, продажные цены, расход сырья для производства 1 кг продукции (блюда) и расчетная удельная прибыль от продажи каждого блюда.

Все произведенные блюда реализуются в сети столовых в течение дня.

	Блюда, расход сырья, кг.					
Виды блюд:	Супы		Салаты		Основные блюда	
Сырье	Суп «Мечта рыбака»	Щи «Радость»	Салат «Сюрприз»	Салат «Удача»	Мясное «Вкус»	Рыбное «Здоровье»
Говядина	-	0,27	0,32	-	0,55	-
Морской окунь	0,34	-	-	0,16	-	0,60
Картофель	0,41	0,23	0,39	0,31	0,30	-
Капуста	-	0,28	-	0,25	-	0,25
Морковь	0,15	0,13	0,24	0,17	0,08	0,05
Лук	0,10	0,09	0,05	0,11	0,07	0,10
Отпускная цена, руб/кг	220	260	240	210	320	300

Себестоимость сырья и его запасы представлены в следующей таблице

Сырье	Говядина	Мор.окунь	Картофель	Капуста	Морковь	Лук
Себестоимость, руб./кг.	150	180	30	25	20	15
Запасы, кг	3542	3974	5420	2583	1639	1955

Издержки (сверх затрат на сырье) на производство 1 кг готового блюда составляют 12 руб. Выход (вес) каждого блюда по отношению к массе исходных продуктов можно считать одинаковым – 80%.

a. Расчитайте максимально возможную прибыль в пределах имеющихся запасов сырья при условии, что любое блюдо должно быть выпущено в количестве не менее 200 кг.
b. Соотношение количеств разных видов блюд – супов, салатов и основных блюд – на самом деле регулируется спросом. Общее количество супов не должно быть меньше, чем 50% от общего количества основных блюд. А общее количество салатов – не меньше 2/3 от общего количества основных блюд. Измените план производства в соответствии с данными рыночными ограничениями.

Сегодня необходимо израсходовать полностью капусту, морковь и лук. Как это требование влияет на прибыль?

Шкала оценивания

За экзаменационную работу студент может получить максимум 39 баллов (9 за теоретическое задание и по 15 за 2-ю и 3-ю задачи). На экзамен отводится 2 часа.

Итоговая оценка по дисциплине определяется по сумме результатов:

а) индивидуального домашнего задания;

б) работы на лекциях и компьютерном практикуме и решения общих текущих домашних заданий;

в) результата экзамена.

Вид работы	**Максимальное количество баллов**
Посещение лекций и семинаров. Участие в дискуссиях, компьютерных семинарах, анализе управленческих решений кейсов. Решение текущих общих домашних заданий.	40 (4 балла за занятие по системе 2+2)
Выполнение индивидуального домашнего задания (3 мини-кейса)	21 (7+7+7) (7 баллов за кейс)
Экзаменационное комплексное задание (3 вопроса)	39 (9+15+15)
Итого	**100**

Перевод баллов в традиционную систему оценки:

Баллы по 100-балльной системе	Пятибалльная система оценки	Система оценивания «зачтено-не зачтено»
85-100 баллов	отлично	Зачтено
70-84 баллов	хорошо	зачтено
55-69 баллов	удовлетворительно	зачтено
Менее 55 баллов	неудовлетворительно	Не зачтено

4.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Экзамен проводится в компьютерном классе и содержит теоретический вопрос и две задачи аналогичные домашнему заданию, которые должны быть решены на компьютере.

Во время экзамена можно использовать файлы MS Excel, содержащие результаты практических и домашних заданий.

5.Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Методические указания по освоению дисциплины содержатся в материале, разработанном автором курса (http://www.hcxl.net)

6. Учебная литература и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", включая перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6.1 Основная литература

1. Зайцев М.Г. Методы оптимизации управления и принятия решений [Электронный ресурс] : примеры, задачи, кейсы. Учебное пособие / М.Г. Зайцев, С.Е. Варюхин. — Электрон. текстовые данные. — М. : Дело, 2015. — 640 с. — 978-5-7749-1070-0. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/51021.html
2. Зайцев М.Г. Методы оптимизации управления для менеджеров [Электронный ресурс] : компьютерно-ориентированный подход. Учебное пособие / М.Г. Зайцев. — Электрон.

текстовые данные. — М. : Дело, 2015. — 312 c. — 978-5-7749-1059-5. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/51020.html

6.2 Дополнительная литература

1. Кремер, Н. Ш. Исследование операций в экономике : учебное пособие для бакалавров / Н. Ш. Кремер. — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2012. — 430 с. — (Серия : Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-1849-6. Режим доступа: www.biblio-online.ru/book/AC5123CC-17AF-4B77-82A6-A65D102D36E4
2. Фомин, Г. П. Экономико-математические методы и модели в коммерческой деятельности : учебник для бакалавров / Г. П. Фомин. — 4-е изд., перераб. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2014. — 462 с. — (Серия : Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-3021-4. www.biblio-online.ru/book/52B2F917-E0BE-44F1-95EB-11967135485E

6.3 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Раздаточный материал, подготовленный автором курса.

6.4 Нормативные правовые документы

Не используются

6.5 Интернет-ресурсы

1. Рабочий сайт автора курса http://www.hcxl.net
2. http://www.informs.org - сайт Institute for Operations Research in the Management Science, посвященный практическим приложениям в управлении количественных методов.
3. Сайты содержащие обширную экономическую статистику:
   http://finance.yahoo.com
   http://www.gks.ru
   http://www.fedstat.ru
   http://www.census.gov/econ/index.html

6.6 Иные источники

1. Lawrence J.A., B.A. Pasternack, Applied Management Science (Computer Integrated Approach for Decision Making), J Willey&Sons, 2002
2. Ханк Д. Э., Уичерн Д.У., Райтс А. Дж., Бизнес-прогнозирование, 7-е издание: Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2003. – 656 с.
3. Томас Р., Количественные методы анализа хозяйственной деятельности, «Дело и Сервис», Москва 1999.
4. Эддоус М., Стенфилд Р., Методы принятия решений, «ЮНИТИ Аудит», Москва, 1997
5. Чейз Р.Б., Эквилайн Н.Дж., Якобс Р.Ф., Производственный и операционный менеджмент, “Вильямс”, Москва - Санкт-Петербург - Киев, 2007.
6. Красс М.С., Чупрынов Б.П., Основы математики и ее приложения в математическом образовании, раздел II – Основы оптимального управления, «Дело», Москва 2001
7. Макарова Н.В., Трофимец В.Я. Статистика в Excel: Учеб. Пособие- М.: Финансы и статистика, 2003.- 386 с.

7. Материально-техническая база, информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Все занятия проходят в компьютерных классах (209/5, 411/3), оснащенных проекционным оборудованием.

Необходимое программное обеспечение:

MS Office

MS Project